

## ABSTRACT AND REFERENCES

## CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.265668

**BUILDING A MODEL FOR PLANNING RAPID DELIVERY OF CONTAINERS BY RAIL UNDER THE CONDITIONS OF INTERMODAL TRANSPORTATION BASED ON ROBUST OPTIMIZATION (p. 6–16)**

**Larysa Parkhomenko**

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1647-7746>

**Tetiana Butko**

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1082-599X>

**Viktor Prokhorov**

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8963-6467>

**Tetiana Kalashnikova**

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6563-5945>

**Tetiana Golovko**

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7977-9664>

This paper considers the possibility of devising a technology of fast railroad communication for the transportation of containers between the port and customer enterprises in the course of intermodal transportation. The purpose of technology development is to reduce the share of the use of trucks on intermodal routes and thus solve a number of related environmental, transport, municipal, and economic problems. The devised technology is based on the principles of bringing the railroad as close as possible to the end points of the route, minimizing the number of intermediate modes of transport, and enabling the maximum speed of movement of containers by rail. For this purpose, the use of MetroCargo™ freight terminals and CargoSprinter modular trains is proposed. In the course of the study, the task to reliably plan the operation of the fleet of such trains for the delivery of containers between the port and enterprises under the conditions of “noisy” initial data was set and solved. To this end, the problem was formalized in the form of a model of mixed programming, based on the principles of robust optimization. To optimize the model taking into consideration the principles of robustness, a procedure was proposed that uses a two-circuit genetic algorithm. As a result of the simulation, it was found that the resulting plan was only 6.5 % inferior to the objective criterion of the plan, which was compiled without taking into consideration robustness. It was proved that the devised model makes it possible to build an operational plan for the delivery of containers by rail, which is close to optimal. At the same time, the plan is implemented even in the case of the most unfavorable set of circumstances in the form of delays, shifts in the time windows of the cargo fronts, etc., that is, under the actual conditions of the transport process.

**Keywords:** intermodal container transportation, modular container trains, robust optimization, double-circuit genetic algorithm.

### References

- Yan, B., Jin, J. G., Zhu, X., Lee, D.-H., Wang, L., Wang, H. (2020). Integrated planning of train schedule template and container transshipment operation in seaport railway terminals. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 142, 102061. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102061>
- Liu, D., Yang, H. (2012). Dynamic Pricing Model of Container Sea-Rail Intermodal Transport on Single OD Line. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 12(4), 122–127. doi: [https://doi.org/10.1016/s1570-6672\(11\)60216-x](https://doi.org/10.1016/s1570-6672(11)60216-x)
- Liu, D., Yang, H. (2013). Optimal Slot Control Model of Container Sea-Rail Intermodal Transport based on Revenue Management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 96, 1250–1259. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.142>
- Fan, Q., Jin, Y., Wang, W., Yan, X. (2019). A performance-driven multi-algorithm selection strategy for energy consumption optimization of sea-rail intermodal transportation. *Swarm and Evolutionary Computation*, 44, 1–17. doi: <https://doi.org/10.1016/j.swevo.2018.11.007>
- Muravev, D., Hu, H., Rakhmangulov, A., Mishkurov, P. (2021). Multi-agent optimization of the intermodal terminal main parameters by using AnyLogic simulation platform: Case study on the Ningbo-Zhoushan Port. *International Journal of Information Management*, 57, 102133. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102133>
- Ambrosino, D., Asta, V., Crainic, T. G. (2021). Optimization challenges and literature overview in the intermodal rail-sea terminal. *Transportation Research Procedia*, 52, 163–170. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.01.089>
- Yan, B., Zhu, X., Lee, D.-H., Jin, J. G., Wang, L. (2020). Transshipment operations optimization of sea-rail intermodal container in seaport rail terminals. *Computers & Industrial Engineering*, 141, 106296. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106296>
- Morganti, G., Crainic, T. G., Frejinger, E., Ricciardi, N. (2020). Block planning for intermodal rail: Methodology and case study. *Transportation Research Procedia*, 47, 19–26. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.068>
- Nair, R., Miller-Hooks, E. D., Mahmassani, H. S., Arcot, V. C., Kuo, A., Zhang, K. et. al. (2008). Market Potential for International Rail-Based Intermodal Services in Europe. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2066 (1), 21–30. doi: <https://doi.org/10.3141/2066-03>
- Ben-Tal, A., Nemirovski, A. (2002). Robust optimization – methodology and applications. *Mathematical Programming*, 92 (3), 453–480. doi: <https://doi.org/10.1007/s101070100286>
- Kozan, E. (2000). Optimising container transfers at multimodal terminals. *Mathematical and Computer Modelling*, 31 (10-12), 235–243. doi: [https://doi.org/10.1016/s0895-7177\(00\)00092-3](https://doi.org/10.1016/s0895-7177(00)00092-3)
- Metrocargo and MetrocargoCity innovative solution for intermodal shipment. Available at: [http://www.bestufs.net/download/Workshops/BESTUFS\\_II/Vilnius\\_Sep07/BESTUFS\\_Vilnius\\_Sep07\\_Ferraris\\_I-Log.pdf](http://www.bestufs.net/download/Workshops/BESTUFS_II/Vilnius_Sep07/BESTUFS_Vilnius_Sep07_Ferraris_I-Log.pdf)
- Parkhomenko, L. O., Kalashnikova, T. Yu., Prokhorov, V. M. (2021). Pidvyshchennia interoperabelnosti zaliznychnoi transportnoi

systemy Ukrainy pry zdiisnenni intermodalnykh konteinernykh perevezen na osnovi tekhnolohii MetroCargo™. Innovations and prospects of world science – Proceedings of IV International Scientific and Practical Conference. Vancouver, 312–317.

14. Prokopov, A., Prokhorov, V., Kalashnikova, T., Golovko, T., Bohomazova, H. (2021). Constructing a model for the automated operative planning of local operations at railroad technical stations. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (3 (111)), 32–41. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.233673>
15. Ben-Tal, A., Goryashko, A., Guslitzer, E., Nemirovski, A. (2004). Adjustable robust solutions of uncertain linear programs. *Mathematical Programming*, 99 (2), 351–376. doi: <https://doi.org/10.1007/s10107-003-0454-y>
16. Ben-Tal, A., Nemirovski, A., Roos, C. (2003). Extended Matrix Cube Theorems with Applications to  $\mu$ -Theory in Control. *Mathematics of Operations Research*, 28 (3), 497–523. doi: <https://doi.org/10.1287/moor.28.3.497.16392>
17. Shor, N. Z. (1985). *Minimization Methods for Non-Differentiable Functions*. Springer, 164. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-82118-9>
18. Yang, T., Kuo, Y., Cho, C. (2007). A genetic algorithms simulation approach for the multi-attribute combinatorial dispatching decision problem. *European Journal of Operational Research*, 176 (3), 1859–1873. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.10.048>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2022.261091**

**PROJECT MANAGEMENT TECHNOLOGY IN CREATING A BUSINESS PROCESS MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM AT THE PRESENT STAGE OF DEVELOPMENT OF THE TELECOMMUNICATIONS SECTOR OF KAZAKHSTAN (p. 17–28)**

**Aigerim Yerimbetova**

Institute of Information and Computational Technologies,  
Almaty, Republic of Kazakhstan  
Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2013-1513>

**Assem Ayapbergenova**

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6388-9458>

The results of the study and the development of an effective business process management information system (IS) made it possible to conduct an analysis in the experimental conditions of an information technology (IT) company using project management tools in the field of information technology in the sphere of telecommunications.

A wide analysis of the mechanisms, models and systems for processing distributed spatial information using information technologies has been carried out, and it has been determined that none of the presented tools can fully satisfy the requirements for processing heterogeneous data when creating information systems.

A model for processing and managing heterogeneous spatial information based on data access technologies is constructed, a diagram of information flows is presented, and a mechanism for effective data management is described. The algorithm of the data processing module is presented, which allows access to any sources of information necessary for making a management decision. The methodology for designing an information system has been improved using a

model for processing heterogeneous spatial information, taking into account the requirements for a decision support system.

This is done so that in the digital age, people focus on the production and trade of products and services through digitized data, information and knowledge. This new infrastructure not only helps people to do better and faster than in previous eras, but opens up new ways of control, coordination, and cooperation in activities with lower costs, regulated by the law of decreasing costs. That is, due to the properties of digital goods, the cost of a unit of marginal or additional output is gradually decreasing, while the number of all other factors of production remains constant.

**Keywords:** information system, project management, business process, information and communication technologies.

**References**

1. Konovalov, M. V. (2018). Review and comparative analysis of industrial data warehouses and databases. *Young scientist*, 24, 24–28. Available at: <https://moluch.ru/archive/210/51452/>
2. Beloshitsky, D. A. (2013). Data integration in information systems. *Youth scientific and technical Bulletin*, 8.
3. Sanchez, O. P., Terlizzi, M. A., de Moraes, H. R. de O. C. (2017). Cost and time project management success factors for information systems development projects. *International Journal of Project Management*, 35 (8), 1608–1626. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.09.007>
4. Codd, E. F. (2002). A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks. *Software Pioneers*, 263–294. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-59412-0\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-642-59412-0_16)
5. Teslia, I., Yehorchenkova, N., Yehorchenkov, O., Khlevna, I., Kaitaieva, Y., Veretelnik, V. et. al. (2022). Development of the concept of construction of the project management information standard on the basis of the primadoc information management system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (3 (115)), 53–65. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253299>
6. Petrov, D. A., Stankova, E. N. (2014). Use of Consolidation Technology for Meteorological Data Processing. *Lecture Notes in Computer Science*, 440–451. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-09144-0\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-319-09144-0_30)
7. Ni, Y., Sun, B., Wang, Y. (2021). Blockchain-Based BIM Digital Project Management Mechanism Research. *IEEE Access*, 9, 161342–161351. doi: <https://doi.org/10.1109/access.2021.3130270>
8. Rodríguez, A., Ortega, E., Concepción, R. (2017). An intuitionistic method for the selection of a risk management approach to information technology projects. *Information Sciences*, 375, 202–218. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.09.053>
9. Stankova, E. N., Petrov, D. A. (2015). A complex information system designed to generate input data for models of convective clouds. *Bulletin of St. Petersburg University. Applied mathematics. Computer science. Management processes*, 3, 83–95.
10. Sheta, O. E., Eldeen, A. N. (2013). The Technology of Using a Data Warehouse to Support Decision-Making in Health Care. *International Journal of Database Management Systems*, 5 (3), 75–86. doi: <https://doi.org/10.5121/ijdms.2013.5305>
11. Han, J. (1998). OLAP Mining: An Integration of OLAP with Data Mining. *Data Mining and Reverse Engineering*, 3–20. doi: [https://doi.org/10.1007/978-0-387-35300-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-0-387-35300-5_1)
12. O’Gorman, N. (2018). *Media Technologies in Communication and Critical Cultural Studies*. Oxford Research Encyclo-

pedia of Communication. doi: <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190228613.013.548>

13. Kock, A., Schulz, B., Kopmann, J., Gemünden, H. G. (2020). Project portfolio management information systems' positive influence on performance – the importance of process maturity. *International Journal of Project Management*, 38 (4), 229–241. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.05.001>
14. Petrov, D. A., Stankova, E. N. (2015). Integrated Information System for Verification of the Models of Convective Clouds. *Lecture Notes in Computer Science*, 321–330. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-21410-8\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-319-21410-8_25)
15. Ding, L. Y., Li, H. (2013). Editorial: Information technologies in safety management of large-scale infrastructure projects. *Automation in Construction*, 34, 1–2. doi: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.10.016>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2022.266275**

**DETERMINING THE COMPONENTS OF THE STRUCTURAL-AUTOMATIC MODEL OF FIRING A SINGLE TARGET IN ARMOR PROTECTION WITH FRAGMENTATION-BEAM PROJECTILES OF DIRECTED ACTION IN A SERIES OF THREE SHOTS BASED ON THE REFERENCE GRAPH OF STATES (p. 29 –41)**

**Vadim Yakovenko**

National Defense University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8591-6998>

**Natalia Furmanova**

Zaporizhzhia Polytechnic National University, Zaporizhzhia, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-8670-2948>

**Ihor Flys**

Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6334-0027>

**Yurii Shchavinsky**

Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2319-8983>

**Oleksii Farafonov**

Zaporizhzhia Polytechnic National University, Zaporizhzhia, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5963-5033>

**Oleksandr Malyi**

Zaporizhzhia Polytechnic National University, Zaporizhzhia, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-8457-8154>

**Sergiy Samoilyk**

Zaporizhzhia Polytechnic National University, Zaporizhzhia, Ukraine

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1308-4744>

The object of the study is the process of firing a single target with fragmentation-beam projectiles.

The problem of determining the components of the structural-automatic model is solved by creating a graph of states and transitions. The purpose of the process is to form a formalized expression of the object of study in the form of a structural-machine model of

the process of firing a mobile armored vehicle with a series of three shots with fragmentation-beam projectiles of directional action. This model can be further practically implemented during the development of the latest samples of fire resistance in order to reduce errors at the stage of system design. This approach reduces the cost of design and production of prototypes by up to 25 %.

This paper considers the process involving interrelated elements of the components of a system while accounting for all possible variants of its behavior from the moment of detection to the failure of a single target in armor protection to perform tasks as intended. The execution of a fire task is considered as a set of certain procedures characterized by the average value of their duration. The explosive destruction of the hull of each fragmentation-beam projectile is characterized by the self-propagation of the reaction of explosive transformations based on tabular data on an armored combat vehicle. Appropriate procedures (phases) of firing a single target in armor protection are advisable to formalize to create preconditions for obtaining the value of a statistical indicator of the effectiveness of causing damage to the target and to study further alternative options for this process.

For the proposed structural-automatic model of the process of firing a single target in armor protection with a series of fragmentation-beam projectiles of directional action, validation and verification were carried out, which demonstrated the convergence of the results that exceeded 60 %. The use of the structural-automatic model's components proposed in this work increases the probability of performing a fire task for the first shot from 0.23 to 0.88, for the second – from 0.35 to 0.95, for the third – from 0.45 to 0.98.

**Keywords:** structural-automatic model, single target shelling, fragmentation-beam projectiles, vulnerable compartments, basic event.

#### References

1. Naumenko, I. V., Trofimenko, P. E., Yakovenko, V. V. (2013). Structure of enemy fire funds artillery on the offensive. *Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika*, 1 (33), 32–36. Available at: [http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/2150/soivt\\_2013\\_1\\_10.pdf](http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/2150/soivt_2013_1_10.pdf)
2. Semon, B. Y., Yakovenko, V. V., Honcharuk, A. A. (2018). Analiz otsinky efektyvnosti vohnevoho urazhennia ta parametriv optymizatsii obstrilu skladovykh ob'ektiv stiikoi struktury. *Zbirnyk naukovykh prats Viiskovoi akademii (m. Odesa). Tekhnichni nauky*, 2 (10), 37–41.
3. Yakovenko, V. V., Khoma, V. V., Liulka, O. V. (2019). Obgruntuvannia poriadku rozrakhunku pokaznykiv efektyvnosti nanesennia zbytkiv boiovym bronovanyim mashynam priamoiu navodkoiu perspektivnymy proty tankovymy zasobamy. *Zbirnyk naukovykh prats Viiskovoi akademii (m. Odesa). Tekhnichni nauky*, 2 (12 (2)), 174–177.
4. Odintsov, V. A. (1991). Bimodal distribution of cylinder fragments. *Combustion, Explosion, and Shock Waves*, 27 (5), 624–627. doi: <https://doi.org/10.1007/bf00784955>
5. Tarasov, V. M., Busiak, Y. M., Myroshnychenko, Y. V., Yakovenko, V. V., Koroliova, O. V. (2013). The error estimation of the height finding with external target designation in the artillery unit with the aid of flying platform. *Military Technical Collection*, 8, 33–38. doi: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.8.2013.33-38>
6. Sydorenko, Y. M., Fepa, V. V., Yakovenko, V. V. (2017). Investigation of the explosive throwing of the two variable thicknesses fragmentary disks. *Mechanics and Advanced Technologies*, 3 (81), 99–108. doi: <https://doi.org/10.20535/2521-1943.2017.81.111296>
7. Price, M. A., Nguyen, V.-T., Hassan, O., Morgan, K. (2017). An approach to modeling blast and fragment risks from improvised

- explosive devices. *Applied Mathematical Modelling*, 50, 715–731. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apm.2017.06.015>
8. Zhu, J., Zheng, Y., Li, W., Yang, Y., Wang, X., Qiao, X., Li, R. (2019). Axial distribution of fragments from the dynamic explosion fragmentation of metal shells. *International Journal of Impact Engineering*, 123, 140–146. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2018.09.020>
  9. Iakovenko, V. V., Sidorenko, Iu. M., Semon, B. I. (2019). Modelirovanie protsessa prostranstvennogo raspredelenie massy i skorosti oskolochnykh diskov peremennoi tolshchiny posredstvom vzryvnogo nagruzheniia. *NATO DEEP*, 2 (7), 16.
  10. Cullis, I. G., Dunsmore, P., Harrison, A., Lewtas, I., Townsley, R. (2014). Numerical simulation of the natural fragmentation of explosively loaded thick walled cylinders. *Defence Technology*, 10 (2), 198–210. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dt.2014.06.003>
  11. Yakovenko, V. V. (2020). Modeliuvannia obstrilu rukhomoi bronovanoi tsili oskolkovo-puchkovyvy snariadamy napravlenoi dii u vyhliadi dyskretno-nepereravnogo vypadkovoho protsesu. *Zbirnyk naukovykh prats Viiskovoi akademii (m. Odesa). Tekhnichni nauky*, 1 (13 (1)), 61–68.
  12. Selivanov, V. V. (2016). *Boepripasi. Vol. 1*. Moscow: Izdatelstvo MGTU im. N. E. Baumana, 506.
  13. Odintsov, V. A. (1991). Expansion of a cylinder with bottoms under the effect of detonation products. *Combustion, Explosion, and Shock Waves*, 27 (1), 94–97. doi: <https://doi.org/10.1007/bf00785365>
  14. Catovic, A., Kljuno, E. (2021). A novel method for determination of lethal radius for high-explosive artillery projectiles. *Defence Technology*, 17 (4), 1217–1233. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dt.2020.06.015>
  15. Sydorenko, Y. M., Semon, B. J., Yakovenko, V. V., Ryzhov, Y. V., Ivanyk, E. G. (2020). Spatial Distribution of Mass and Speed on Movement of Two Shrapnel Discs of Variable Thickness in Explosive Load. *Defence Science Journal*, 70 (5), 479–485. doi: <https://doi.org/10.14429/dsj.70.14524>
  16. Yakovenko, V. V., Grechanik, E. I., Abdullayev, R. Y., Bychenkov, V. V., Gumenyuk, K. V., Sobko, I. V. (2020). Modeling of the influence of fragments of ammunition on the biological tissue of a military in protective elements of combat equipment. *Azerbaijan Medical Journal*, 5, 107–115.
  17. Hashemi, S. K., Bradford, M. A. (2014). Numerical Simulation of Free-Air Explosion Using LS-DYNA. *Applied Mechanics and Materials*, 553, 780–785. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.553.780>
  18. Liu, P., Zhu, D., Yao, Y., Wang, J., Bui, T. Q. (2016). Numerical simulation of ballistic impact behavior of bio-inspired scale-like protection system. *Materials & Design*, 99, 201–210. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2016.03.040>
  19. Kudimov, S., Tabunenko, V. (2021). Method of determining the safety coefficient of armored wheeled vehicles when performed by units of the national guard of Ukraine. *Control, Navigation and Communication Systems. Academic Journal*, 2 (64), 34–38. doi: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2021.2.034>
  20. Khytryk, V., Lenskyi, L. (1996). *Systema ozbroien Sukhoputnykh viisk. Viisko Ukrainy*, 5-6, 18–21.
  21. Mao, M., Zhang, Y., Du, F., Chen, Y. (2015). Five scientific and technological problems on running system of high mobility tracked vehicle. *Binggong Xuebao/Acta Armamentarii*, 36 (8), 1546–1555. doi: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-1093.2015.08.024>
  22. Zhao, W., Sun, Y. (2022). Simulation study on pressure relief of cabin door under explosive load in cabin. *Springer Proceedings in Physics*, 276, 211–225. doi: [https://doi.org/10.1007/978-981-19-1774-5\\_17](https://doi.org/10.1007/978-981-19-1774-5_17)
  23. Bariatinskii, M. (2012). Kakaia BMP nam nuzhna? *Voenno-promyshlennyi kurer*, 15 (432), 7.
  24. Gusev, S. A. (1991). Boevaia mashina podderzhki tankov. *Vestnik bronetankovoi tekhniki*, 7, 47–51. Available at: [http://btvt.info/5library/vbtt\\_1991\\_bmpt.htm](http://btvt.info/5library/vbtt_1991_bmpt.htm)
  25. Grigorian, V. A., Iudin, E. G., Terekhin, I. I. et al. (2007). *Zashchita tankov*. Moscow: Izd-vo MGTU im. N. E. Baumana, 327.
  26. Sheremet, I. B., Chernov, I. R. (2012). Prakticheskie aspekty postroeniia razvedyvatelno-udarnoi seti na osnove razvitiia sistemy vooruzheniia i voennoi tekhniki Sukhoputnykh voisk. *Vooruzhenie. Politika. Konversii*, 3 (105), 18–21.
  27. Burenok, V. M., Pogrebniak, R. N., Skotnikov, A. P. et al. (2010). Metodologiya obosnovaniia perspektiv razvitiia sredstv vooruzhennoi borby obshchego naznachenii. Moscow: Mashinostroenie, 368.
  28. Olsson, P. (2020). Measuring Quality of Military Equipment. *Defence and Peace Economics*, 33( 1), 93–107. <https://doi.org/10.1080/10242694.2020.1851474>
  29. *Tactics, Techniques, and Procedures for the Field Artillery Cannon Battery (1996)*. Headquarters. US Marine Corps. Available at: [https://www.marines.mil/Portals/1/Publications/mcwp3\\_16\\_4.pdf](https://www.marines.mil/Portals/1/Publications/mcwp3_16_4.pdf)
  30. Buckley, A. Safety, Reliability & Performance of the Ahead (ABM) Programmable Fuze System. Available at: <https://present5.com/safety-reliability-performance-of-the-ahead-abm/>
  31. Bai, F., Liu, Y., Yan, J., Xu, Y., Shi, Z., Huang, F. (2022). Study on the characteristics of blast loads due to two simultaneous detonated charges in real air. *International Journal of Non-Linear Mechanics*, 146, 104108. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijnonlinmec.2022.104108>
  32. Davis, B. G., Thompson, J., Morningstar, W., McCool, E., Peri, V., Davidson, F. T. (2021). Risk evaluation of ballistic penetration by small caliber ammunition of live-fire shoot house facilities with comparison to numerical and experimental results. *International Journal of Protective Structures*, 12 (4), 417–436. doi: <https://doi.org/10.1177/2041419620988553>
  33. Evstafev, D. (1996). Ogranichennye vooruzhennye konflikty i problemy bezopasnosti Rossii. *PIR- Tcentr. Nauchnye zapiski*, 2, 3–27. Available at: <https://www.files.ethz.ch/isn/55012/nz2.pdf>
  34. Usachev, O. (2020). Predela sovershenstva ne byvaet. *Armeiskii sbornik*, 9, 36–41.
  35. Khomenko, I. P., Tcema, E. V., Koval, B. M., Gangal, I. I., Dinetc, V. A., Mishalov, G. V. (2019). Sochetannoe oskolochnoe ranenie nizhnei poloi veny, vyzvavshee pulevuiu emboliiu legochnoi arterii (klinicheskoe nabliudenie i obzor literatury). *Khirurgiia Ukraini*, 2, 69–80.
  36. Beyer, D., Lemberger, T.; Strichman, O., Tzoref-Brill, R. (Eds.) (2017). *Software Verification: Testing vs. Model Checking*. Hardware and Software: Verification and Testing. HVC 2017. Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer, 99–114. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-70389-3\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-70389-3_7)
  37. Gilson, L., Rabet, L., Imad, A., Coghe, F. (2020). Experimental and numerical assessment of non-penetrating impacts on a composite protection and ballistic gelatine. *International Journal of Impact Engineering*, 136, 103417. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2019.103417>
  38. Ozirkovskyy, L., Volochiy, B., Shkiliuk, O., Zmysnyi, M., Kazan, P. (2022). Functional safety analysis of safety-critical system using state transition diagram. *Radioelectronic and Computer Systems*, 2, 145–158. doi: <https://doi.org/10.32620/reks.2022.2.12>
  39. Mandziy, B., Seniv, M., Mosondz, N., Sambir, A. (2015). Programming visualization system of block diagram reliability for program complex

- ASNA-4. The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics, 258–262. doi: <https://doi.org/10.1109/CADSM.2015.7230851>
40. Fedasiuk, D., Volochii, S. (2017). Metodyka rozroblennia strukturno-avtomatnykh modelei vidmostiikykh system z alternatyvnymy prodovzhenniamy vypadkovykh protsesiv pislia protsedur kontroliu, peremykannia i vidnovlennia. Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politehnika». Komp'uterni nauky ta informatsiini tekhnolohii, 864, 49–62. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPKNIT\\_2017\\_864\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPKNIT_2017_864_9)
41. Yakovenko, V., Volochiy, B., Sydorenko, Y., Furmanova, N., Malyi, O., Tkachenko, A., Olshevskiy, Y. (2021). Building a model of the process of shooting a mobile armored target with directed fragmentation-beam shells in the form of a discrete-continuous stochastic system. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (4 (114)), 51–63. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.245703>
42. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Baker, J. H., Ayaz Ahmad, M., Lyashenko, V. (2021). Development of a cyber design modeling declarative language for cyber physical production systems. Journal of Mathematical and Computational Science, 11 (1), 520–542. doi: <https://doi.org/10.28919/jmcs/5152>
43. Yakovenko, V., Volochiy, B., Furmanova, N., Savina, I., Malyi, O. (2022). Application of states and transitions graph for developing the model of the process of shelling a mobile armored target. Paper presented at the Proceedings – 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2022, 727–732. doi: <https://doi.org/10.1109/TCSET55632.2022.9766916>

АНОТАЦІЇ  
CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.265668

**ФОРМУВАННЯ МОДЕЛІ ПЛАНУВАННЯ ШВИДКОЇ ДОСТАВКИ КОНТЕЙНЕРІВ ЗАЛІЗНИЦЕЮ В УМОВАХ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ОСНОВІ РОБАСТНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ (с. 6–16)**

Л. О. Пархоменко, Т. В. Бутько, В. М. Прохоров, Т. Ю. Калашнікова, Т. В. Головка

Досліджено можливість створення технології швидкого залізничного сполучення для транспортування контейнерів між портом та підприємствами-клієнтами в ході здійснення інтермодальних перевезень. Метою розробки технології є зменшення частки використання автотранспорту на інтермодальних маршрутах та вирішення таким чином цілої низки пов'язаних з ним екологічних, транспортних, муніципальних та економічних проблем. Сформована технологія базується на принципах максимального наближення залізниці до кінцевих пунктів маршруту, мінімізації кількості проміжних видів транспорту та забезпечення максимальної швидкості просування контейнерів залізницею. З цією метою запропоноване застосування вантажних терміналів MetroCargo™ та модульних поїздів CargoSprinter. В ході дослідження була поставлена і вирішена задача надійного оперативного планування роботи парку таких поїздів для здійснення доставки контейнерів між портом і підприємствами в умовах «забруднених» вихідних даних. З цією метою задача формалізована у вигляді моделі змішаного програмування, що базується на принципах робастної оптимізації. Для здійснення оптимізації моделі із урахуванням принципів робастності була запропонована процедура, яка використовує двоконтурний генетичний алгоритм. В результаті моделювання було встановлено, що отриманий план лише на 6,5 % поступаєть за цільовим критерієм плану, який було отримано без урахування робастності. Було доведено, що розроблена модель дозволяє отримувати оперативний план доставки контейнерів залізницею, який є близьким до оптимального. В той же час, план є реалізованим навіть у випадку найбільш несприятливого збігу обставин у вигляді затримок, зсуву часових вікон роботи вантажних фронтів тощо, тобто в реальних умовах транспортного процесу.

**Ключові слова:** інтермодальні контейнерні перевезення, модульні контейнерні поїзди, робастна оптимізація, двоконтурний генетичний алгоритм.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.261091

**ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ПРИ СТВОРЕННІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ РОЗВИТКУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОГО СЕКТОРА КАЗАХСТАНУ (с. 17–28)**

Assem Ayapbergenova, Aigerim Yerimbetova

Результати дослідження та розробка ефективної інформаційної системи (ІС) управління бізнес-процесами дозволили провести аналіз в експериментальних умовах компанії, що спеціалізується на інформаційних технологіях (ІТ) за допомогою засобів управління проектами в області інформаційних технологій у сфері телекомунікацій.

Проведено широкий аналіз механізмів, моделей і систем обробки розподіленої просторової інформації з використанням інформаційних технологій, і встановлено, що жоден з представлених інструментів не може повною мірою задовольнити вимоги до обробки різнорідних даних при створенні інформаційних систем.

Побудована модель обробки та управління різнорідною просторовою інформацією на основі технології доступу до даних, представлена схема інформаційних потоків і описаний механізм ефективного управління даними. Представлений алгоритм роботи модуля обробки даних, що дозволяє отримати доступ до будь-яких джерел інформації, необхідної для прийняття управлінського рішення. Удосконалено методику проектування інформаційної системи з використанням моделі обробки різнорідної просторової інформації з урахуванням вимог до системи підтримки прийняття рішень.

Це робиться для того, щоб в епоху цифрових технологій люди зосередилися на виробництві та торгівлі продуктами та послугами за допомогою оцифрованих даних, інформації та знань. Нова інфраструктура не тільки допомагає людям підвищити ефективність їхньої роботи в порівнянні з попередніми епохами, але й відкриває нові способи управління, координації та співпраці в області низьковитратної діяльності відповідно до закону зниження витрат. Тобто, в силу властивостей цифрових товарів, вартість одиниці граничної або додаткової продукції поступово знижується, при цьому кількість всіх інших факторів виробництва залишається постійною.

**Ключові слова:** інформаційна система, управління проектами, бізнес-процес, інформаційно-комунікаційні технології.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.266275

**ВИЗНАЧЕННЯ КОМПОНЕНТ СТРУКТУРНО-АВТОМАТНОЇ МОДЕЛІ ОБСТРІЛУ ОДИНОЧНОЇ ЦІЛІ У БРОНЬОВОМУ ЗАХИСТІ ОСКОЛКОВО-ПУЧКОВИМИ СНАРЯДАМИ НАПРАВЛЕНОЇ ДІЇ В СЕРІЇ З ТРЬОХ ПОСТРІЛІВ НА ОСНОВІ ОПОРНОГО ГРАФА СТАНІВ (с. 29–41)**

В. В. Яковенко, Н. І. Фурманова, І. М. Флис, Ю. В. Щавінський, О. Ю. Фарафонов, О. Ю. Малий, С. С. Самойлик

Об'єктом дослідження виступає процес обстрілу одиночної цілі осколково-пучковими снарядами.

Вирішується проблема визначення компонент структурно-автоматної моделі шляхом створення графа станів і переходів. Метою процесу є формування формалізованого вираження об'єкта дослідження у вигляді структурно-автоматної моделі процесу обстрілу

рухомої броньованої машини серією з трьох пострілів осколково-пучковими снарядами направленої дії. Дана модель може бути в подальшому практично реалізована під час розробки новітніх зразків засобів вогневого впливу з метою зменшення внесення помилок на етапі системотехнічного проектування. Такий підхід дозволяє скоротити витрати на проектування та виробництво дослідних зразків до 25 %.

Представлено процес взаємопов'язаних між собою елементів складових системи з поетапним врахуванням усіх можливих варіантів його поведінки від моменту виявлення до відмови одиночної цілі у броньовому захисті виконувати завдання за призначенням. Виконання вогневого завдання розглядається як набір певних процедур, що характеризуються середнім значенням її тривалості. Вибухове руйнування корпусу кожного осколково-пучкового снаряду характеризується саморозповсюдженням реакції вибухових перетворень на основі табличних даних про бойову броньовану машину. Відповідні процедури (фази) обстрілу одиночної цілі у броньовому захисті доцільно формалізувати для створення передумов отримання значення статистичного показника ефективності нанесення збитків цілі та дослідження подальших альтернативних варіантів цього процесу.

Для запропонованої структурно-автоматної моделі процесу обстрілу одиночної цілі у броньовому захисті серією осколково-пучкових снарядів направленої дії було проведено валідацію та верифікацію, що продемонстрували збіг отриманих результатів більше 60 %. Використання запропонованих у роботі компонент структурно-автоматної моделі підвищує ймовірність виконання вогневого завдання для першого пострілу з 0,23 до 0,88, для другого – з 0,35 до 0,95, для третього – з 0,45 до 0,98.

**Ключові слова:** структурно-автоматна модель, обстріл одиночної цілі, осколково-пучкові снаряди уразливі відсіки, базова подія.